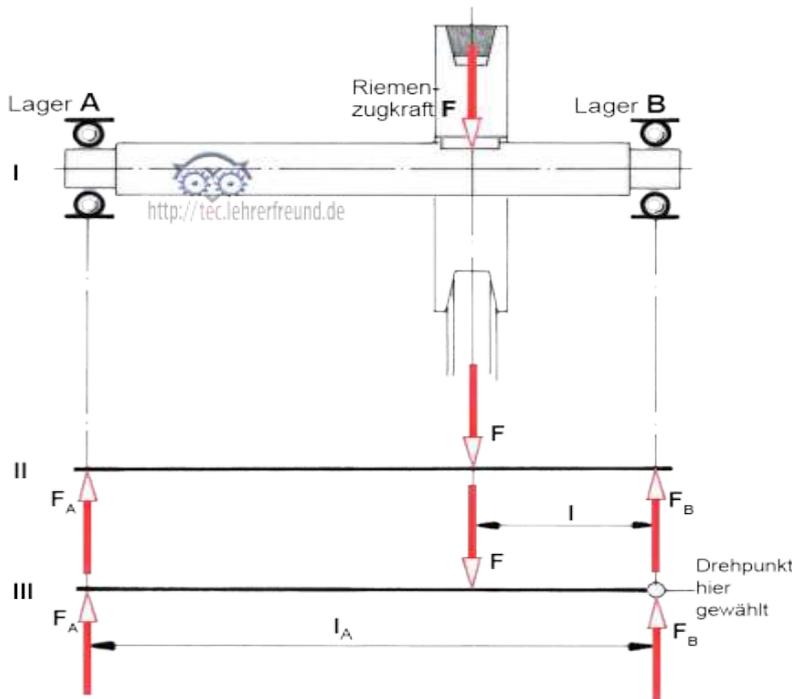


Lagerkräfte berechnen

Beim Berechnen von Hebeln muss der betrachtete [Hebel im Gleichgewicht](#) sein. Dies ist der Fall, wenn die Summe der linksdrehenden Momente gleich ist der Summe der rechtsdrehenden Momente ($M_{\text{rechts}} = M_{\text{links}}$). Eine der vielen Anwendungsmöglichkeiten des Hebelgesetzes ist die Berechnung von Achs- und Lagerkräften.

Beispiel, Skizze I: Am Riemenantrieb übt der Riemen auf die Scheibe, über die er läuft, eine Zugkraft F aus. Diese Kraft muss von den Wellenlagern A und B aufgenommen werden. Die uns interessierende Frage ist: Wie groß sind diese Lagerkräfte?



Nehmen wir an, der Riemenzug betrage $F = 200$ N. Wie stark werden die Lager belastet, wenn die Riemenscheibe a) genau in der Mitte zwischen A und B sitzt, b) nach rechts zum Lager B hin verschoben ist (wie in Skizze I)?

Im Fall a) erhält jedes Lager eine Druckkraft von 100 N; im Fall b) muss Lager B mehr als 100 N aufnehmen, Lager A weniger als 100 N. Zusammen ergeben beide Lagerkräfte 200 N.

Zu einer Formel, mit der wir dies genau berechnen können, kommen wir, wenn wir uns den Riemenantrieb unter einer Presse zu einem Hebel zusammengestaucht vorstellen (Skizze II).

In diesen Hebel übernehmen wir zunächst nur die Kräfte von Skizze I. Die Lagerkräfte an den Stellen A und B bezeichnen wir mit F_A und F_B .

Skizze II stellt bis jetzt noch keinen Hebel dar, denn es fehlt noch ein **Drehpunkt**. Bei Lagerberechnungen legen wir den Drehpunkt grundsätzlich in eines der beiden Lager, z. B. nach B (**Skizze III**). Der Sinn dieser Maßnahme: Wir schalten damit eine der beiden noch unbekanntes Lagerkräfte als momentenwirksame Kraft aus. Das Drehmoment ist im Drehpunkt deswegen ausgeschaltet, weil es keinen Hebelarm besitzt: Kraft F mal Hebelarm Null = Null.

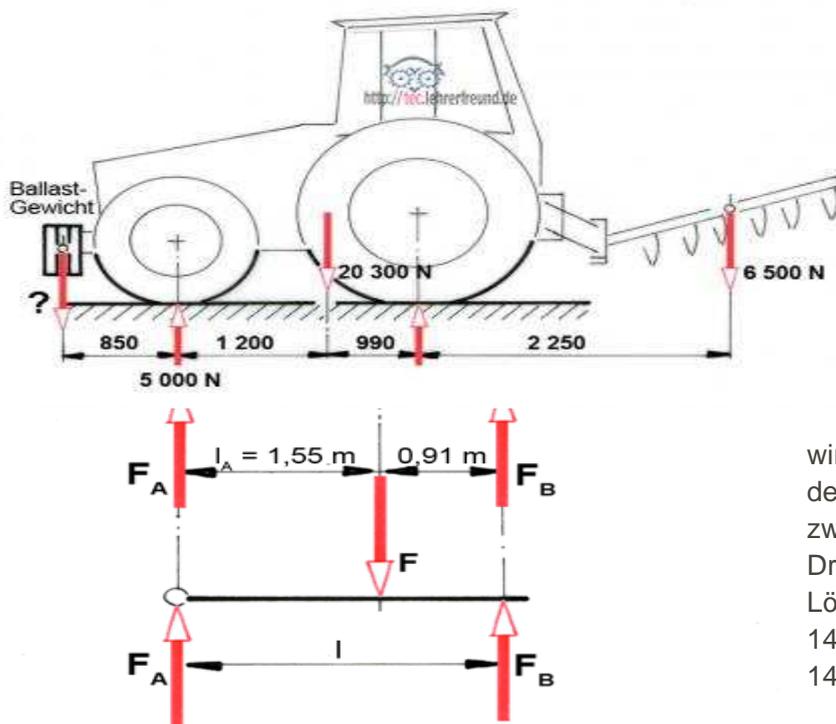
Jetzt komplettieren wir den Hebel, indem wir noch die Hebelarme eintragen: l_A und l . Wir haben es nun mit einem einseitigen Hebel zu tun.

Aufgabe 1: Wir berechnen F_A bei $F = 200$ N, $l_A = 210$ mm und $l = 65$ mm.

Ansatz: $M_{\text{rechts}} = M_{\text{links}}$, $F_A \cdot l_A = F \cdot l$ usw.

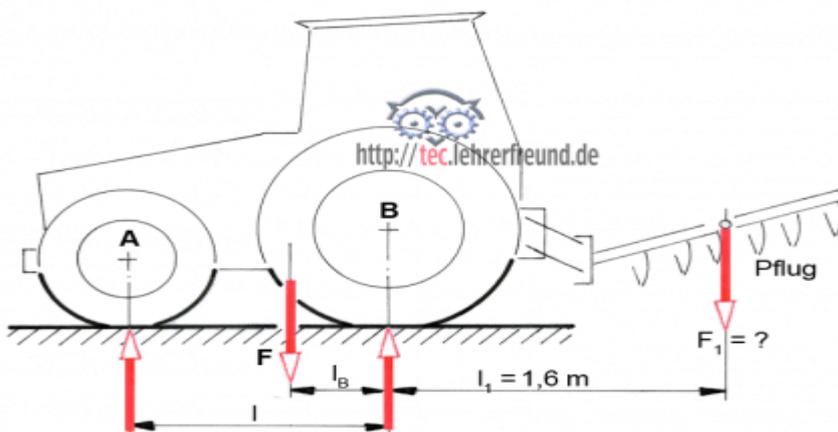
(Lösung: $F_A = 61,9$ N; F_B wäre dann $F - F_A = 200$ N $-$ $61,9$ N $=$ $138,1$ N).

Beispiel: F ist das Eigengewicht des Traktors. Aus F entstehen die Achskräfte F_A und F_B .



Berechnen Sie für den Schlepper zur Abwechslung F_B zuerst. Dazu müssen Sie den Drehpunkt in die Achse A legen. (Vorsicht: Von den beiden eingetragenen Abständen taugt nur einer als Hebelarm. Der wirksame Hebelarm ist immer der (senkrechte) Abstand zwischen der Kraft und dem Drehpunkt).
 Lösung: Die Achskraft F_B ist 1417,7 daN; $F_A = 2250 \text{ daN} - 1417,7 \text{ daN} = 832,3 \text{ daN}$.

Aufgabe 2: Wir erweitern unseren Schlepper aus Aufgabe 1 um ein Anbaugerät, z. B. einen Pflug. Wir wollen herausfinden, bei welchem Pfluggewicht F_1 der Schlepper um die Hinterräder (Achse B) zu kippen beginnt. Überlegen Sie bitte zunächst, wie sich die Achsbelastungen F_A und F_B durch die zusätzliche Kraft F_1 ändern. Die Achse B wird durch den Pflug stärker belastet, F_A wird kleiner. Wenn F_1 immer größer würde, käme der Moment, in dem die vorderen Schlepperräder vom Boden abheben.



Aufgabe: Traktor mit angehängtem Pflug

Der Rechnungsansatz beginnt wieder so:
 $M_{\text{rechts}} = M_{\text{links}} \rightarrow F_1 \cdot l_1 = F \cdot l_B$ usw. (F_A ist beim Kippbeginn Null).
 $F_1 = 1279,7 \text{ daN}$.

Was kann der Landwirt machen, wenn er ein Kippen befürchten muss? Er hängt am Traktor links vor dem Motor Ballastgewichte auf und erzeugt damit

ein stabilisierendes linksdrehendes Moment.

Wieviel Ballastgewicht muss aufgesetzt werden, wenn die Vorderreifen mit wenigstens 5 000 N auf den Boden drücken sollen? (Lösung: $F_{\text{Ballast}} = 1\,802 \text{ N}$)

Eine Anmerkung: Sollte eine Lagerkräfte-Berechnung eine Kraft mit Minus-Vorzeichen ergeben, dann heißt dies: Die berechnete Kraft wirkt in der entgegengesetzten Richtung.

Wenn F_B nicht bekannt ist, wählen wir das Lager B als Drehpunkt; damit ist F_B als Kraft wirkungslos.

The diagram shows a horizontal beam with several forces and distances. From left to right: a downward force F_2 at a distance of 3040 mm from the left end; an upward force F_A at a distance of 2190 mm from the left end; a downward force F at a distance of 990 mm from the right end; a pivot support at point B, which is 2250 mm from the right end; and a downward force F_1 at the right end. Below the diagram, the values are given: $F_2 = ?$, $F_A = 5000 \text{ N}$, $F = 20300 \text{ N}$, and $F_1 = 6500 \text{ N}$.

Hebelgleichgewicht $\sum \overrightarrow{M} = \sum \overrightarrow{M}$ (F in N
a, b, c ... in mm)

$$F_2 \cdot 3040 + F \cdot 990 = F_1 \cdot 2250 + F_A \cdot 2190$$
$$F_2 = \frac{F_1 \cdot 2250 + F_A \cdot 2190 - F \cdot 990}{3040}$$
$$\underline{\underline{F_2 = 1802 \text{ N}}}$$